



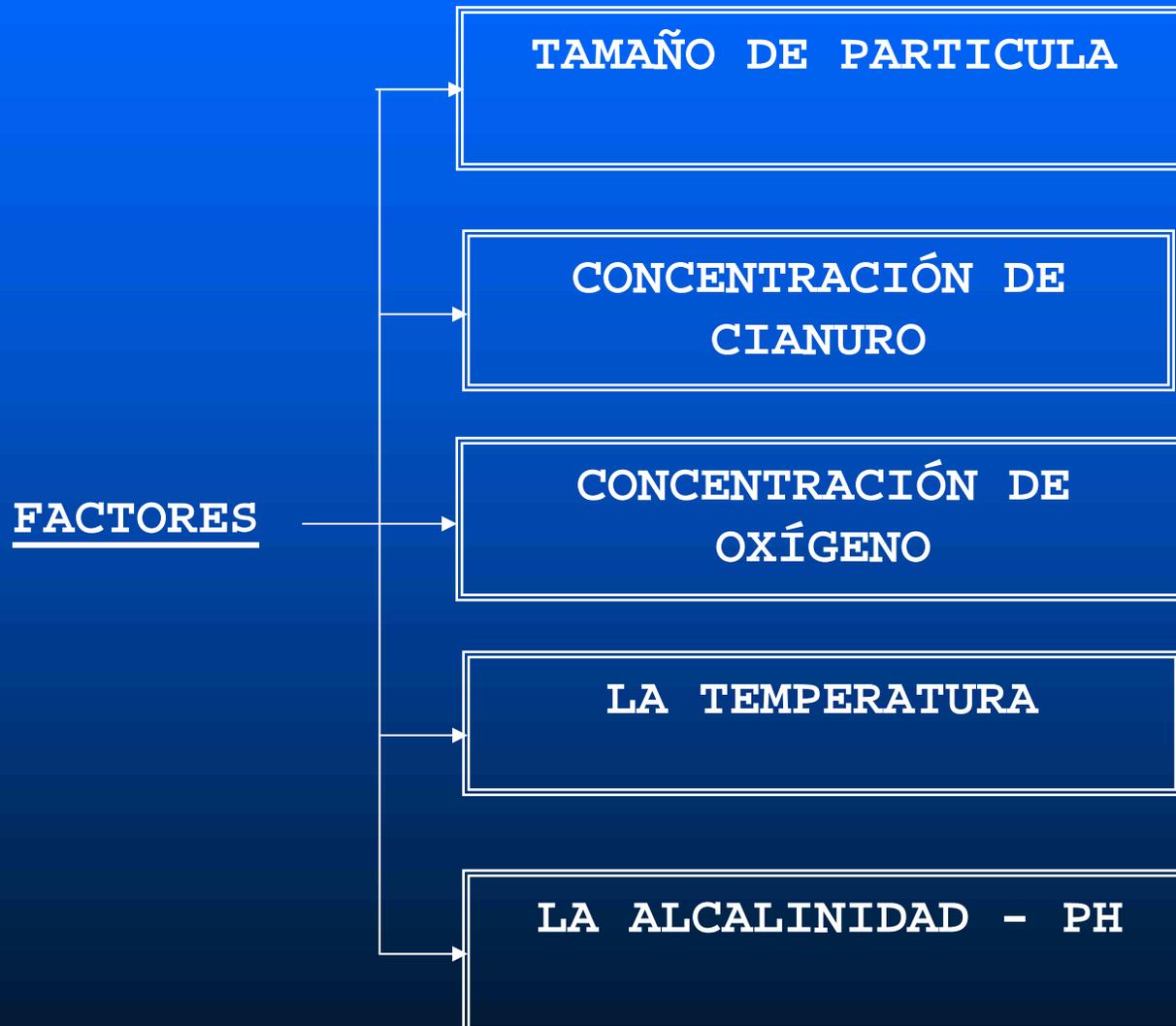
**METALURGIA DEL ORO Y USO
ADECUADO DEL CIANURO**

**Modulo de Capacitación Técnico Ambiental
Empresa Minera MACDESA**

Ing. Edwar Vargas Portilla

Chaparra, Agosto 2005

1. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA DISOLUCIÓN DEL ORO:



1a. Tamaño de partícula:

Cuando en minerales se encuentra oro libre grueso, la práctica usual es separarla por medios gravimétricos, antes de la cianuración, de lo contrario, las partículas gruesas no podrán ser disueltas completamente en el tiempo disponible para llevar a cabo el proceso de cianuración.

Otra práctica para reducir el tamaño de las partículas de oro, es la molienda y clasificación de los minerales de oro en circuito cerrado, donde las partículas de oro grueso son reducidos de espesor y quebrantadas, logran rebosar del clasificador.

1b. Concentración de cianuro:

Hay variaciones muy grandes en la fuerza de la solución que provoca la máxima velocidad de disolución del oro, probablemente debido a la variedad de las técnicas empleadas.

Usualmente el factor restrictivo que gobierna la velocidad de disolución del oro es la concentración de oxígeno en la solución en contacto con el oro.

Barsky, Swalson y Heddley comprobaron mediante pruebas realizadas, que la concentración de la solución para una rápida disolución es de 0.05% de NaCN.

Tabla N° 1:

CANTIDAD DE ORO DISUELTTO EN UNA HORA

NaCN en solución %	Au disuelto en 1 hora mg/cm ²
0.500	2.943
0.250	3.007
0.100	2.986
0.050	3.251
0.025	2.513
0.010	0.338

En la práctica la mayoría de las plantas de cianuración que tratan minerales de oro, usan soluciones conteniendo menos de 0.05% de NaCN. El promedio general esta probablemente cerca de 0.02 a 0.03% de NaCN, dependiendo del resultado de las pruebas metalúrgicas.

1c. Concentración de oxígeno:

El uso del oxígeno es indispensable para la disolución del oro, bajo condiciones normales de cianuración.

Los agentes oxidantes, tales como el peróxido de Sodio, dióxido de Manganeso, Cloro, entre otros, han sido utilizados con mayor o menor éxito en el pasado, debido al costo de estos reactivos y las complicaciones inherentes en el manejo de ellos, han dejado de ser usados. De otro lado múltiples pruebas han demostrado que una adecuada aireación da tan buenos resultados como lo hacen los oxidantes químicos citados.

Barsky, Swainson y Hedley, determinaron la velocidad de disolución del oro en soluciones de 0.10% de NaCN, a 25° C usando Oxígeno, Nitrógeno y mezcla de ambos.

Tabla N° 2

EFECTO DEL OXIGENO SOBRE LA VELOCIDAD DE DISOLUCIÓN DEL ORO

Oxígeno %	Disolución del Oro mg/cm ² / hora
0.0	0.04
9.0	1.03
20.9	2.36
60.1	7.62
99.5	12.62

1d. Temperatura

El suministro de calor a la solución de cianuro en contacto con oro metálico, produce fenómenos opuestos que afectan la velocidad de disolución. El incremento de la temperatura aumenta la actividad de la solución, incrementándose por consiguiente la velocidad de disolución del oro, al mismo tiempo, la cantidad de oxígeno en la solución disminuye porque la solubilidad de los gases decrece con el aumento de la temperatura.

En la práctica el uso de soluciones calientes para la extracción del oro, resulta desventajosa por el elevado costo, por lo que usualmente, se lixivía a temperatura ambiente.

1e.La Alcalinidad de la Solución- pH:

El uso de la cal (en solución) para mantener un PH de 10.5 a 11 (alcalinidad protectora) cumple las funciones de:

- Evitar pérdidas de cianuro por hidrólisis: $(\text{NaCN} + \text{H}_2\text{O} = \text{HCN} + \text{NaOH})$, haciendo que la reacción sea favorecida hacia la izquierda.
- Prevenir o evitar las pérdidas de cianuro por acción de dióxido de carbono del aire: $2\text{NaCN} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HCN} + \text{Na}_2\text{CO}_3$.

- Neutraliza los componentes ácidos resultantes de la descomposición de los diferentes minerales de la mina en la solución de cianuro.
- Neutraliza los componentes ácidos tales como sales ferrosas, férricas y el sulfato de magnesio contenidos en el agua antes de adicionar al circuito de cianuración.
- Facilita el asentamiento de las partículas finas de modo que pueda separarse la solución rica clara de la mena cianurada.

2. RECUPERACIÓN DE ORO Y PLATA DE SOLUCIONES CIANURADAS

De la solución cosecha, el Au y Ag pueden ser recuperados usando uno o más de los siguientes procesos:

- 1) Cementación con polvo de zinc (Proceso Merrill-Crowe)
- 2) Absorción con carbón activado.
- 3) Intercambio iónico
- 4) Electrodeposición

2.a. Adsorción con carbón Activado:

El carbón activado debido a su gran área superficial 500-1500 m²/gr y por su gran porosidad. Tiene una alta capacidad adsorvente, lo que hace posible su aplicación en la Industria Metalúrgica. Estos carbones son de estructura granular, siendo más aptos los fabricados a partir de cáscara de coco, debido a su dureza, que lo hace más resistente a la ruptura por abrasión y tienen una mayor capacidad de adsorción que otros carbones activados.

i. Técnicas de Adsorción

La tecnología del uso del carbón activado comprende 3 técnicas de aplicación y son el carbón en pulpa (CIP), el carbón en columna (CIC) y el carbón en lixiviación (CIL).

La técnica de adsorción varía dependiendo del tipo de cianuración:

CIC

Aplicable a soluciones claras salientes de lixiviación por precolación en bateas o pilas, normalmente en varias etapas y en contracorriente.

CIP

Aplicable A pulpas salientes de cianuración por agitación, se trata sin separación sólido/líquido, en tanques separados en varias etapas y en contracorriente.

CIL

Consiste en absorber el oro en carbón durante y no después de, la lixiviación, llevándose a cabo la misma en los mismos estanques lixivadores, pero moviendo el carbón en contracorriente con la pulpa de mineral.

ii.Consideraciones en el uso del Carbón activado:

En el empleo de carbón activado se deberá tener las siguientes consideraciones:

-Se recomienda un pH de 10.0, debajo de estos niveles, el cianuro se hidroliza, ocasionando pérdidas y problemas de contaminación ambiental pero si el pH es demasiado, la carga de oro en el carbón se ve gravemente afectada.

-La partículas finas de carbón aportan una cinética más rápida, pero probablemente ellas causan una alta caída de presión en las columnas.

-La capacidad de carga de oro en el carbón activado decrece a medida que la temperatura es aumentada, por lo que se trabaja a temperaturas ambientales.

-En las columnas la altura de la capa de carbón con reposo no sería más de tres veces el diámetro de la columna.

-La capa de carbón se expande alrededor de un 50%. Es recomendable para carbón activado de -6 +16 mallas, una velocidad de solución de 25 gal/min/pie², para -2 +30, 15 gal/min/pie².

2.b. PROCESO DE MERRIL - CROWE

La concentración de metales es una alternativa muy eficiente y aplicativa en la metalurgia del oro, esta se basa en la sustitución del zinc por el oro disuelto en las soluciones de cianuro, formando un precipitado o cemento que luego será tratado por métodos pirometalúrgicos a fin de obtener el doré.

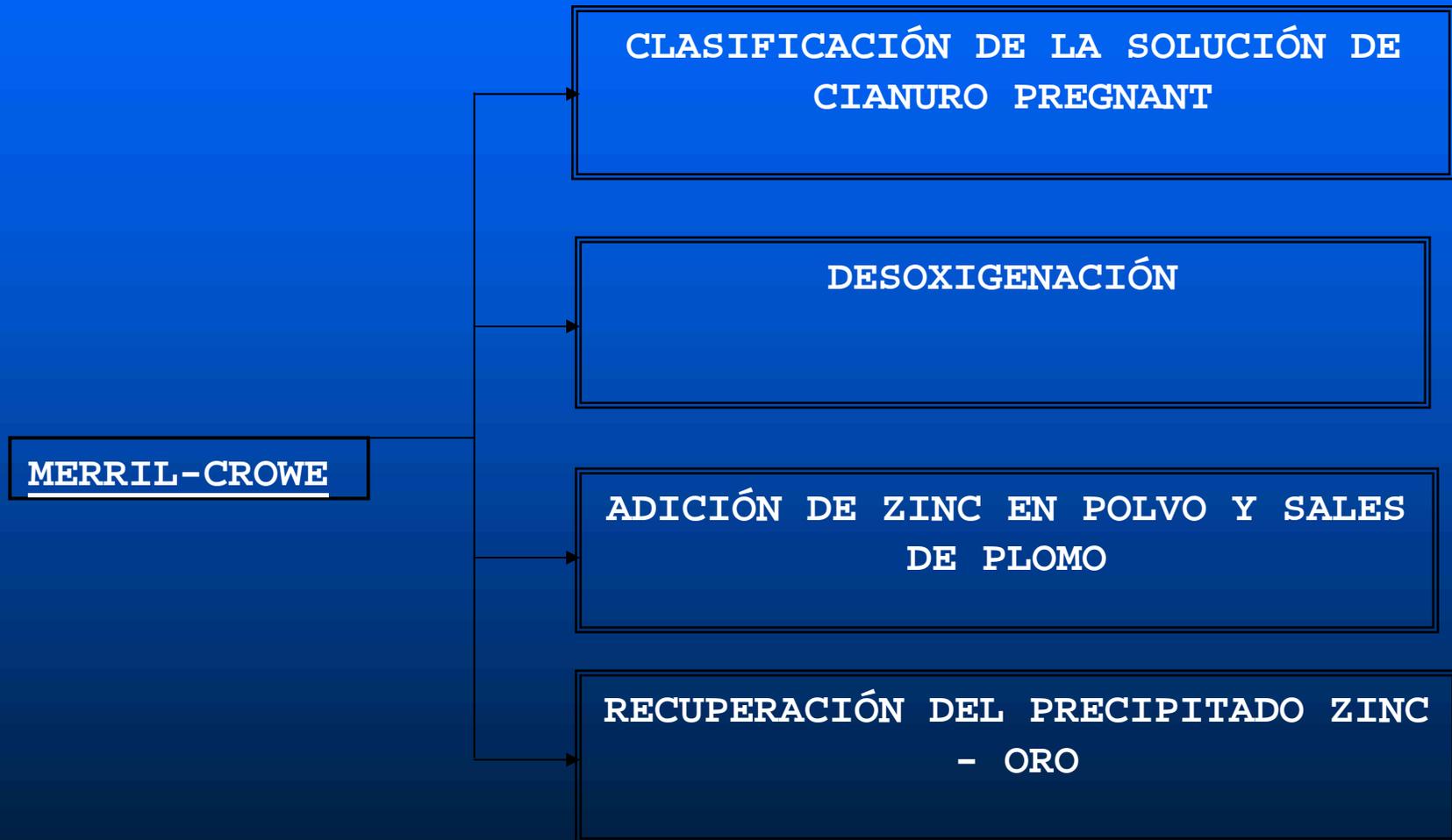
La reacción química total para la concentración de oro por zinc es:



El Proceso Merrill-Crowe:

La adición de sales solubles de plomo, el uso de zinc en polvo y la desoxigenación de la solución rica en oro (pregnant) fueron incorporados en una técnica industrial para la recuperación del oro de las soluciones cianuradas, el proceso Merrill - Crowe, desarrollado en Estados Unidos.

El proceso consiste de cuatro etapas básicas:



Los requisitos fundamentales para una eficiente cementación del oro a partir de soluciones cianuradas con la adición de zinc en polvo son las siguientes:

- Estar clasificada con menos de 5 ppm de sólidos.
- Estar desoxigenada hasta 1 ppm de oxígeno.
- Tener concentración de cianuro libre adecuada.
- Tener un pH en el rango de 9 a 11 (con una adecuada adición de cal).
- Contener una adecuada cantidad de sales de plomo.

3. METODO UTILIZADO PARA LA DESTRUCCIÓN DE CIANURO

3.a. Peróxido de Hidrógeno:

Este compuesto es un poderoso agente oxidante, capaz de oxidar el cianuro transformándolo en cianato que no es tóxico: $H_2O_2 + CN = CNO + H_2O$

Se requiere añadir (ion) cobre para esta reacción como un catalizador, si es que ya no está presente en la solución. Con el peróxido de hidrógeno, los compuestos débiles de cianuro son divididos en sus componentes y los ferrocianuros son precipitados por el cobre como un precipitado insoluble y estable. El exceso del ion cobre también precipita como un hidróxido insoluble.

Otras reacciones permiten a este método alcanzar niveles mínimos (menos de 1 mg/lit para CN_T). Las inversiones requeridas para la utilización de este método son moderadas. Sin embargo, cuando se aplica a efluentes que tienen sólidos en suspensión, en la mayoría de los casos el consumo de peróxido es elevado.